



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

Kaivantojen vesien laadunhallinta

Heikki Aakko

YMPÄRISTÖTEKNIikka

Kandidaatintyö

Toukokuu 2020

TIIVISTELMÄ

Kaivantojen vesien laadunhallinta

Heikki Aakko

Oulun yliopisto, Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma

Kandintyö 2020, 24 s. + 2 liitettä

Työn ohjaaja(t) yliopistolla: Heini Postila

Työn ohjaaja Raide-Jokeri hankkeella: Tapio Väisänen

Tässä työssä on koottu kaivantojen vesien laadunhallintaan liittyvää tietoa kirjallisuudesta ja muista julkaisuista ja työssä esimerkkitapauksena on käyty läpi Raide-Jokerin tilannetta. Työn keskeinen tavoite oli löytää ja tunnistaa keinoja, joilla kaivantojen vesistä ympäristölle aiheutuvia haittoja voidaan vähentää tai estää. Toimiva ja oikein toteutettu vesienhallinta on keskeistä, jotta voimme suojella herkkiä luontokohteita, kuten vaelluskalojen lisääntymispuroja ja muita herkkiä ekosysteemejä. Kiintoaineet ja ravinteet ovat yleisiä ongelmia kaivantojen vesienhallinnan näkökulmasta. Niiden pääsyn estäminen herkkiin luontokohteisiin on mahdollista rakentamalla esimerkiksi kosteikkoja ja laskeutusaltaita. Siellä missä niiden rakentaminen ei ole mahdollista tai järkevää voidaan käyttää siirrettäviä laskeutusaltaita. Myös muiden haitta-aineiden ja haitallisten veden ominaisuuksien, kuten raskasmetallien, myrkkyjen, poikkeavan pH:n tai lämpötilan vuoksi voi aiheutua merkittävää haittaa ympäristölle. Toisinaan ongelmiin ei ole helppoa ratkaisua paikan päällä, vaan käytännöllisin ratkaisu on ohjata vesi jäteviemäriin, ja sitä pitkin edelleen jäteveden puhdistamolle, jossa vesi saadaan puhdistettua.

Keskeistä on tunnistaa potentiaaliset ongelmat valita kuhunkin ongelmaan ja paikallisiin olosuhteisiin parhaiten soveltuva menetelmä. Yleisesti olosuhteet työmailla vaihtelevat runsaasti ja on vaikea laatia yksityiskohtaisia yleispäteviä ohjeita, jotka pätsisivät kaikkiin tilanteisiin. Kaupungeilla ja organisaatioilla saatavilla ohjeita kaivantojen vesien laadunhallintaan, joiden avulla urakoitsijoiden on helpompi laatia omia suunnitelmia. Toimivien suunnitelmien laatiminen ja toteuttaminen vaatii kuitenkin ymmärrystä sekä ammattitaitoa sekä suunnittelijoilta että toteuttavilta urakoitsijoilta.

Keskeistä on tunnistaa alueen ongelmat ja erityispiirteet sekä valita parhaiten niihin soveltuvat ratkaisut.

Asiasanat: Työmaavedet, Vesienhallinta, Kaivannot

ABSTRACT

Water quality management in excavations

Heikki Aakko

University of Oulu, Program of environmental engineering

Batchelors thesis 2020, 24 p. + 2 Appendixes

Supervisor at university: Heini Postila

Supervisor at Raide-Jokeri project: Tapio Väisänen

This thesis gathers information on water quality management in excavation from literature and other publications. As a case example the situation in the Raide-Jokeri project is reviewed. The main goal of this thesis is to find and identify ways to mitigate or prevent effects to environment caused by these waters. Properly implemented and working water management is crucial, so we can protect vulnerable natural sites, such as breeding streams of migratory fish and other sensitive ecosystems. In excavations water management perspective, suspended solids and nutrients are a common issue. Preventing them from reaching sensitive ecosystems can be done, by constructing wetlands or settling ponds for example. When the implementation of these solutions is not feasible, portable settling tanks can be used. Other harmful substances or properties of the water, such as heavy metals, toxins, abnormal acidity or temperature can cause major damage to environment. In some cases, there is no practical methods to solve problems on site, and the most feasible solution is to direct the waters through sewage network to wastewater treatment plant, where the waters can be properly treated.

It is essential to identify potential problems and to choose the best available method that suits the specific issue at hand and the characteristics of the local conditions. In general, the conditions in constructions sites can vary greatly and it is difficult to devise rules and guides that would apply to every situation. Cities and other organisations provide guides to water management in construction sites that makes it easier for contractors to make out their own plans. To make effective plans and to implement them into practise, requires understanding and expertise from both the designers and the contractors. It is vital to identify the problems and specific conditions on site in order to choose the best solutions to tackle them.

Keywords: Water management, Excavations, Construction sites

ALKUSANAT

Tämän työn pääasiallinen tarkoitus on ollut tunnistaa ja löytää keskeiset kaivantojen vesien laadunhallintaan liittyvät haasteet, sekä mentelmät joilla näitä ongelmia pyritään hallitsemaan. Työnkirjoittaminen on ollut usean kuukauden prosessi, jonka aloitin marras- joulukuun taitteessa 2019. Kirjoittamisen lähtökohtana on ollut perehtyä aiheesta löytyvään kirjallisuuteen ja muihin julkaisuihin sekä tarkastella aihetta myös case-esimerkin avulla. Esimerkkikohteeksi luonnollinen valinta oli Raide-Jokeri, jossa työskentelin viime kesän. Hankkeella työskentely on antanut arvokasta ensikäden tietoa ja kokemusta myös tätä työtä varten. Hankkeen puolesta tämän työn ohjaajana on toiminut työpäällikkö Tapio Väisänen ja Oulun yliopiston puolesta ohjaajana on toiminut Vesi-, energia ja ympäristötekniikan yksikön tutkijatohtori Heini Postila. Ohjaajieni ohella haluan kiittää Pyry Saviojaa, jolta sain hyödyllistä tietoa hankkeesta. Kiitos myös kaikille muille työn valmistumista edesauttaneille!

Oulu, 30.3.2020

Heikki Aalho

Työn tekijä

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ALKUSANAT	
SISÄLLYSLUETTELO.....	
MERKINNÄT JA LYHENTEET	
1. Johdanto	7
2. Kaivannot ja kaivantojen vesienhallinta	8
2.1 Kaivannot	8
2.2 Kaivantojen vesienhallinta	9
2.3 Menetelmiä vesien käsittelyyn työmaalla	11
2.3.1 Viivytykseen perustuvat menetelmät.....	11
2.3.2 Muut menetelmät	13
3. Case-esimerkki Raide-jokeri	15
3.1 Hankkeen esittely	15
3.2 Vesienhallinta Raide-Jokerissa	17
4. Johtopäätökset	20
5. Yhteenveto	21
Lähdeluettelo	22
LIITEET:	

1 JOHDANTO

Kaivannot ovat merkittävässä osassa maa- ja infrarakentamisen hankkeissa sekä vaikuttavat niiden turvallisuuteen. Kaivantojen suunnittelu ja rakentaminen on siis syytä tehdä aina kunnolla. Kaivantojen toteuttaminen vaatii sekä geoteknistä että insinööritaidollista osaamista. Kaivantojen vesienhallintaa ohjaavat erilaiset säädökset, ohjeet ja muut dokumentit, jotka perustuvat Suomessa ensisijaisesti ympäristönsuojelulakiin (Ympäristöministeriö 2014). Ympäristötietoisuuden lisääntyessä ja vaatimustason noustessa, myös kaivantojen vesien laadunhallintaan kiinnitetään aiempaa enemmän huomiota. Huonosti suunniteltu tai toteutettu vesienhallinta voi aiheuttaa vahinkoa vesistöille monin eri tavoin. Vesiin voi huuhtoutua kiintoaineita tai ravinteita, joilla saattaa olla tuhoisiakin vaikutuksia erityisesti herkille ekosysteemeille (Turunen et al. 2019). Riskinä voi olla myös pilaantuneista maa-aineksista veden mukana siirtyvät epäpuhtaudet ja erilaiset toksiinit. Myös veden ominaisuudet, kuten happamuus tai lämpötila voivat aiheuttaa vaaraa ympäristölle. Yleisesti puhutaan veden haitta-aineista tai veden haitallisista ominaisuuksista. (Suomen kuntaliitto 2012)

Tämän kandidityön tarkoituksena on koota olemassa olevan kirjallisuuden perusteella kaivantojen vesien laadunhallinnasta löytyvää tietoa sekä eri kaupunkien ohjeita ja käytäntöjä aiheeseen liittyen. Tarkoitus on myös esitellä kaivantojen vesien laadunhallintaan liittyvät keskeisimmät ongelmat, ja niiden hallintaan käytettävät menetelmät. Esimerkkikohteena käydään läpi Raide-Jokerin tilannetta.

2. KAIVANNOT JA KAIVANTOJEN VESIEN LAADUNHALLINTA

2.1 Kaivannot

Infra-, maa-, ja kiinteistörakentamisessa tarve rakentaa kaivantoja on hyvin yleistä. Kaivantoja tarvitaan esimerkiksi perustusten, erilaisten johto- ja putkikaivantojen, väylätekniikan ja maanalaisen rakentamisen tarpeisiin. Erilaisissa rakennushankkeissa kaivantojen suunnittelun ja rakentamisen ohjeistuksena käytetään Suomessa tyypillisesti esimerkiksi RIL 263-2014 kaivanto-ohje (RIL 2014) tai InfraRYL: infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet (Rakennustietosäätiö 2018) tai vastaavia ohjeistuksia. Nämä perustuvat Eurokoodin (SFS-EN-1997-1) mukaisiin suunnittelujärjestelmiin, joista Liikenne- ja viestintäministeriö on laatinut kansallisen liitteen (LVM 2015).

Yleisesti kaivantoja voidaan jaotella sen mukaan ovatko ne tuettuja vai luiskattuja kaivantoja. Kaivannon tukemiseen on useita eri vaihtoehtoisia menetelmiä; teräsponsitti-, setti-, porapaalu-, suihkuinjektoitu, porapaali-suihkuinjektoitu, ja kaivinpaaluseinä. Päätös tarvitseeko kaivantoa tukea vai voidaanko se tehdä luiskattuna, on riippuvainen useasta eri tekijästä. Kaivantoja suunniteltaessa onkin tärkeää varmistaa, että suunnittelutyöstä vastaavilla on asetusten ja määräysten mukaiset pätevyydet. Yleisesti kaivantojen tuennan tarpeeseen vaikuttaa mm kaivuusvyvyys, kaivantojen leveys, tilan tarve kaivannossa ja sen ympärillä, maaperän ominaisuudet ja pohjaveden korkeus. Keskeistä on luonnollisesti käyttävissä oleva tila, joka määrittelee mahdollisuudet luiskaukseen. Jos tilaa ei ole, kaivantoa ei voida luiskata, mikä onkin varsin yleistä kaupunkimaisessa ympäristössä toimiessa, varsinkin kun toimitaan jo valmiiksi rakennetussa ympäristössä. Kun parannetaan tai korjataan vanhaa, tai rakennetaan uutta olemassa olevan yhteyteen, on tilaa usein hyvin rajallisesti. Syvissä kaivannoissa juuri kaivantojen syvyyden seuraauksena luiskauksen yhteydessä jouduttaisiin kaivamaan ja täyttämään merkittäviä määriä maata vain luiskauksen takia. Tämän vuoksi kaivantoja ei ole aina taloudellisesti tai ajallisesti järkevää ryhtyä luiskaamaan vaan edullisempaa ja nopeampaa on rakentaa kaivanto tuettuna. (Rakennustietosäätiö 2018; RIL 2014)

2.2 Kaivantojen vesienhallinta

Kaivantoihin tulevat vedet voidaan jaotella niiden lähteen perusteella pohjavesiin sekä sadannasta ja sulamisesta aiheutuviin pintavesiin eli hulevesiin. Vesien hallinnan kannalta keskeistä on kaivannosta poistettavan veden laatu, jonka mukaan määräytyy se mihin vesi voidaan poistaa. Suomessa ympäristönsuojelulaki (Ympäristöministeriö 2014) kieltää sekä maaperän että pohjaveden pilaamisen, joka asettaa minimitason myös kaivantojen vesienhallinnan näkökulmasta. Työmaiden vesienhallintaa ohjataan tarkemmin kaupunkien ja kuntien rakennusjärjestyksissä, jotka asettavat paikalliset ohjeet ja määräykset toiminnalle.

Pääosa rakennushankkeista edellyttää jonkinlaista viranomaislupaa. Lupakäytännöissä on paikkakuntakohtaisia eroja ja tarvittaviin lupiin vaikuttaa myös työskentelyalue (kaupunki, syrjäseutu jne.) (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999). Helsingin kaupungin työmaavesiohje määrittelee työmaan vesienhallinnan suunnittelun osaksi muuta rakentamisen suunnittelua (Helsingin kaupunki 2013). Osa tätä suunnittelua, on selvittää mahdolliset erityisen herkäät tai suojellut alueet paikalliselta ympäristöviranomaiselta. Yleinen käytäntö maarakennuksessa on, että tavanomaisissa kohteissa, jotka eivät ole erityisen herkkiä, työmaaveden laadunseurantaa voidaan suorittaa aistinvaraisesti esimerkiksi sameuden, värin ja hajun perusteella. Lähtökohtana on, että työmaavedet eivät kuormita ympäristöä enempää kuin mitä luonnolliset hulevedet kuormittaisivat (Espoon kaupunki 2015). Jos veden laadussa havaitaan poikkeamia aistinvaraisesti, voi olla syytä suorittaa tarkempia mittauksia ja ryhtyä toimenpiteisiin veden laadun parantamiseksi. Jos kyseessä on erityisen herkkä alue tai on syytä epäillä muutoksia veden laadussa, voi olla tarpeen tarkkailla laatua myös näytteenotoin. Jos veden laadussa on puutteita, niin vesi on joko käsiteltävä työmaalla tai vaihtoehtoisesti johdettava tai kuljetettava jätevedenpuhdistamolle.

Silloin kun vesi on laadultaan riittävän hyvää, voidaan vesi poistaa suoraan esimerkiksi ojiin, läheiseen vesistöön tai imeyttää maaperään. Usein vedessä on kuitenkin jotakin haitta-aineita, jolloin vettä ei välttämättä voida poistaa mihin tahansa ilman käsittelyä. (Tampereen kaupunki 2019) Helsingin kaupungin työmaavesiohje määrittelee tällaiset haitta-aineet seuraavasti:

”Haitta-aineilla tai haitallisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan: Työmaavesien sisältämiä yhdisteitä ja ainesosia tai työmaavesien ominaisuuksia, joista voi olla haittaa purkuvesistön laadulle ja sen eliöstölle, viemäreille, kaivoille, pumppaamoille, jätevedenpuhdistamolle, kaduille, pihaille, puistoille ym. ympäristölle ja rakenteille. Em. haitta-aineita tai ominaisuuksia työmaavesissä ovat esimerkiksi kiintoaineen suuri määrä, veden emäksisyys tai happamuus, veden korkea lämpötila, ravinteet (typpi, fosfori), raskasmetallit, mineraaliöljyt, ym. kemialliset yhdisteet.” (Helsingin kaupunki, 2013)

Työmaavesien ohjeellisia raja-arvoja voidaan määritellä kaupunkien omissa ohjeistuksissa. Espoon kaupungin työmaavesioppaassa on esitetty ohjeelliset raja-arvot, joiden mukainen vedenlaadun tulee vähintään olla (esim. kiintoainetta korkeintaan 300 mg/l), jotta työmaavesi voidaan johtaa käsittelemättä esimerkiksi pienvesiin (Taulukko 1; Espoon kaupunki 2015). Raja-arvot ovat samat kuin esimerkiksi Helsingin (Helsingin kaupunki 2013) ja Tampereen (Tampereen kaupunki 2019) vastaavat ohjearvot, paitsi lämpötilan osalta, jonka suurin sallittu arvo on Helsingin ja Tampereen ohjeissa 28 °C. Muiden kuin mainittujen aineiden osalta raja-arvoja voidaan tapauskohtaisesti määritellä lupaehdoissa ympäristöviranomaisen toimesta.

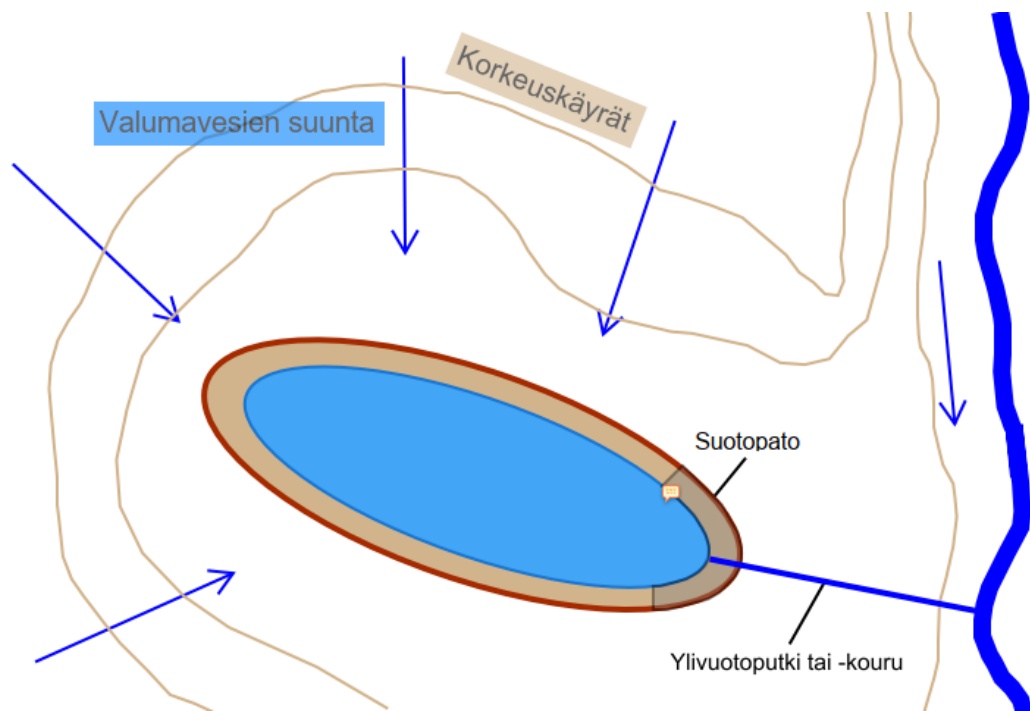
Taulukko 1: Raja-arvoja poistettavan työmaaveden laadulle (Espoon kaupunki 2015)

Kiintoaineet	< 300 mg/l
pH	6-9
Lämpötila	< 25 °C
Öljyt	< 5 mg/l eikä näkyvää kalvoa

2.3 Menetelmiä vesien käsittelyyn työmaalla

2.3.1 Viivytykseen perustuvat menetelmät

Kiintoaineiden erotukseen yleisimmin käytetyt tilapäiset menetelmät perustuvat viivytykseen, eli veden virtauksen hidastamiseen, jolloin siinä olevat kiintoainepartikkelit saostuvat pohjalle tehokkaammin. Pidempiaikaiselle työmaalle voidaan rakentaa väliaikainen kosteikko tai laskeutusallas. Pienimuotoisempana kiintoaineen poistokeinona voidaan veden virtaamaa hidastaa erilaisilla patorakenteilla, suodatuksella tai siirrettävillä laskeutusaltailla (Kuva 1). Myös käyttämällä riittäviä suojavyöhykkeitä työmaan ja luonnollisten vesistöjen välillä voidaan vähentää kiintoaineiden haittoja. (Tampereen Kaupunki 2019) Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion vesiensuojeluohjeesta (Joensuu et al. 2012.) löytyy seuraavat ohjeet laskeutusaltaan mitoitukselle: Veden viipymän altaassa tulisi olla vähintään 1 tunti, virtaus nopeuden tulisi olla noin 1- 2 cm/s. Tampereen kaupungin työmaavesiohjeen (Tampereen kaupunki 2019) mukainen mitoitusohje laskeutusaltaalle on: pituudeltaan 7-10 kertainen leveyteen nähden ja sen syvyyden tulisi olla 1 m. Pinta-alan osalta ohje suosittelee 0,5 % pinta-alaa suhteessa koko työmaan pinta-alaan. Altaan toteutuksessa on huomioitava myös, että altaan rakenne itsessään ei luovuta veteen lisää kiintoaineita, eli vältetään esimerkiksi savisia maa-aineita rakenteissa.

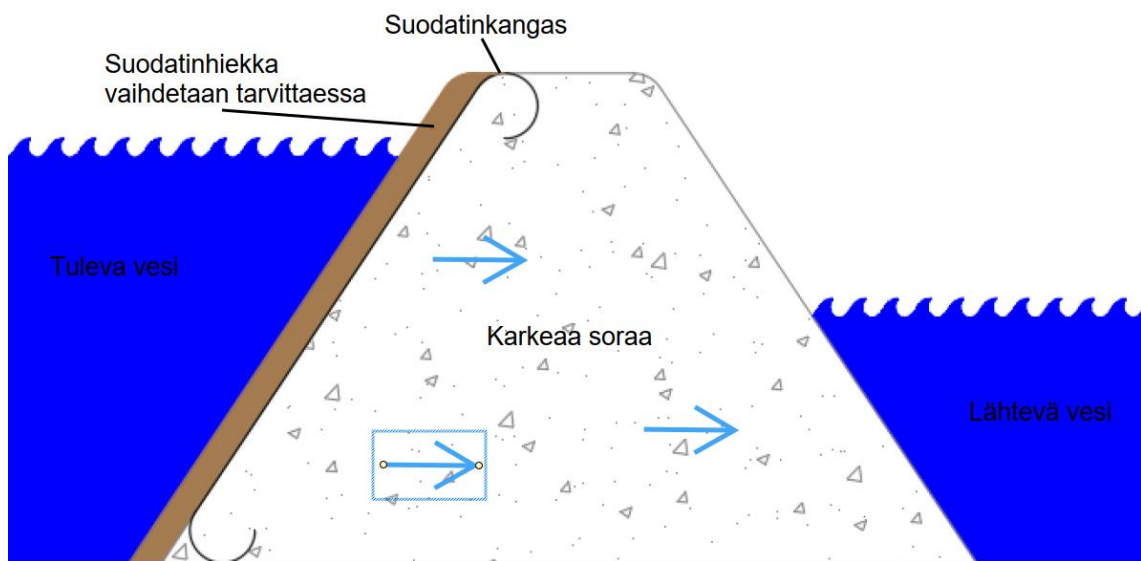


Kuva 1: Laskeutusallas (mukailtuna Tampereen kaupunki 2019).

Kosteikot ovat myös tehokkaista kiintoaineen sekä ravinteiden pitoisuuksien pienentämisessä vedestä. Kaivantojen vesienkäsittelyssä kosteikot ovat pääasiassa lammikkomaisia vapaan vesipinnan kosteikkoja. Kosteikkojen teho perustuu veden virtaaman hidastumiseen ja sen seurauksena kiintoaineiden ja ravinteiden sedimentoitumiseen kosteikon pohjalle. Kasvillisuus tehostaa entisestään kosteikon toimintaa. Aina kun mahdollista, kannattaa alueelle tulevia tai siellä jo olevia kosteikkoalueita hyödyntää rakentamisen aikaisten vesien käsittelyssä. Kosteikkojen suunnittelussa ja mitoituksessa tulee huolehtia veden riittävästä viipymästä kosteikossa. Kosteikko kannattaa sijoittaa paikkaan, jossa luonnolliset maaston muodot ovat edulliset, kuten painanteeseen tai muuhun luonnolliseen muodostelmaan, joka on mahdollisimman matalla muuhun valuma-alueeseen nähden. Keskisyvyyden lammikkomaisella kosteikolla tulisi olla aina vähintään 0,5 m. Riittävänä veden viipymänä kosteikkoalueella voidaan pitää 1-2 vuorokautta, joka tulee saavuttaa myös tulva-aikoina, koska suurimmat kuormitukset ajoittuvat niihin. (Joensuu et al. 2012.)

Joissakin tilanteissa käytännöllisin ratkaisu kiintoaineen poistamiseksi voi olla myös suotopadon (Kuva 2) rakentaminen esimerkiksi vettä kuljettavan ojan purkupäähän.

Suotopadon pääasiallinen rakennusmateriaali tulisi olla hyvin vettä läpäisevää kiviainesta, kuten seulottua mursketta, jossa ei ole suuria määriä hienoainetta, mikä voisi huuhtoutua veden mukana. Padon toiminta perustuu virtaaman hidastamiseen, jolloin hienoaines jää patorakenteeseen tai asettuu jo ennen sitä oleviin pohjarakenteisiin. Padon toimintaa voidaan edelleen tehostaa päällystämällä padon yläpuolinen seinämä suodatinkankaalla ja sitä läpäisemättömällä hiekalla, joka sitoo hienoaineksia. (Tampereen kaupunki 2019)



Kuva 2: Suotopadon toimintaperiaate (mukailtuna Tampereen kaupunki 2019).

2.3.2 Muut menetelmät

Pohjois-Amerikassa hankalissa kohteissa käytetään apuaineita, kuten polyakryyliamidia kiintoaineiden poistoon työmaavesistä. Menetelmässä polyakryyliamidi toimii flokkulanttina, jonka avulla kiintoaine saadaan paremmin saostumaan viivytykseen perustuvien menetelmien yhteydessä (Kang & McLaughlin 2016). Menetelmän käyttöön liittyy riskejä ympäristönsuojelun näkökulmasta, ja se saattaa aiheuttaa esimerkiksi poikaskuolemia vesieläinten populaatioissa (Duggan et al. 2019).

Öljyn erotukseen voidaan käyttää teollisia öljynerottimia, joita on yleisesti saavilla useissa eri kokoluokissa erilaisiin käyttötarpeisiin. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää

erilaisia keräinpuomeja, joilla öljy kerätään veden pinnasta ja edelleen poistetaan. Oikea erotusmenetelmän ja laitteiden valinta tehdään tapauskohtaisesti.

Happamien vesien käsittelyyn soveltuva menetelmä on kalkkikivialkalointi. Kalkkikivi on yleisesti maapallolla esiintyvä kivilaji, ja sen saatavuus onkin yleisesti hyvä, joskin Skandinavian alueella sitä on suhteellisen vähän. Kalkkikivialkaloinnin on todettu myös vähentävän raudan ja mangaanin pitoisuuksia. Menetelmä on helppo ja turvallinen. (Vesi- ja viemärilaitosyhdistys 2012)

Haasteellisempien epäpuhtauksien, kuten pilaantuneista maista liuenneiden myrkkyjen tai orgaanisten haitta-aineiden kohdalla, usein käytännöllisin menetelmä on johtaa vesi jätevedenpuhdistamolle. Veden johtamiseen viemäriverkkoon tarvitaan kuitenkin aina erillinen lupa veden puhdistuksesta vastaavalta toimijalta. (Helsingin kaupunki 2013)

3. CASE-ESIMERKKI RAIDE-JOKERI

3.1 Hankkeen esittely

Raide-Jokeri on Helsinkiin rakennettava pikaraitiotie-linja, jonka tavoitteena on tarjota poikittaisliikenteelle muusta liikenteestä mahdollisimman vähän riippuvainen vaihtoehto. Raitiotie pyritään mahdollisuuksien mukaan rakentamaan siten, että sillä on omat muusta liikenteestä riippumattomat kaistat ja liikenteen ohjaus järjestämään niin, että raitiotien junilla on etuajo-oikeus. Reitti kulkee Keilaniemestä Itäkeskukseen (Kuva 3). Sen tarkoitus on vastata poikittaisliikenteen tarpeisiin ja se korvaa valmistuessaan Jokeri-linjaksi kutsutun 550 bussilinjan, jonka reittiä uusi raitiotie karkeasti myötäilee. Raide-Jokerin rakentaminen aloitettiin kesäkuussa 2019 ja tämänhetkisen aikataulun mukaan kaupallinen liikenne linjalla aloitettaisiin kesällä 2024. Hankkeen rakentaminen on jaettu viiteen erilliseen lohkoon, joista kaksi on Espoon puolella ja loput kolme Helsingin puolella. Näiden lisäksi linjaa palveleva varikkoalue on omana lohkonaan. (Raide-Jokeri 2020)



Kuva 3: Raide-Jokerin reitti (Raide-Jokeri 2020)

Raide-Jokerissa uutta rataa rakennetaan noin 25 km keskelle vilkasta ja tiivistikin rakennettua kaupunkiympäristöä. On arvioitu, että vuonna 2030 reitillä olisi yli 90 000

arkimatkaa vuorokaudessa, kun nykyisellä bussilinjalla matkustaa noin 40 000 ihmistä vuorokaudessa. Raitiotien alta joudutaan siirtämään ja uudelleenrakentamaan merkittäviä määriä kunnallistekniikkaa, kuten vesi-, viemäri-, sähkö- ja telejohtoja. Hankkeessa joudutaan tekemään merkittäviä määriä kaivuutöitä, joiden vaikutukset lähialueen vesistöihin on otettava huomioon hankkeen toteutuksessa. Hankkeen alueella on useita herkkiä vesistökohteita, joissa on muun muassa herkkiä taimenkantoja. Espoon alueella vesistökohteita on kaksi: Maarinoja sekä Monikonpuro. Helsingin puolella vesistöjä on kuusi: Mätäjoki, Haaganpuro, Maunulanpuro, Vantaanjoki, Viikinoja ja Mustapuro. (Raide-Jokeri 2020)

3.2 Vesienhallinta Raide-Jokerissa

Hankkeella määräävinä ohjeina ovat Helsingin seudun ympäristöpalveluiden laatima työmaavesiohje (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2018) sekä Helsingin kaupungin työmaavesiohje (Helsingin kaupunki 2013) ja työmaavesien näytteenotosta vastaa Rambol. Vesienhallinnan suunnittelun ja toteutuksen tukena käytetään hankkeelle laadittua omaa kohdekohtaista työmaavesien hallintasuunnitelmapohjaa (LIITE 1). Suunnitelmapohja auttaa ja helpottaa tunnistamaan vesienhallinnan näkökulmasta keskeiset kohteet, niihin mahdollisesti liittyvät ongelmat, sekä kirjaamaan niiden hallintaan suunnitellut toimet.

Hankkeella yksi keskeinen haaste vesien laadunhallinnan näkökulmasta on kiintoaineet. Hankkeen vesistöistä useammassa on herkkiä taimenpopulaatioita samoin kuin vuollejokisumpukoita (Raide-Jokeri 2020). Virtavesissä lisääntynyt kiintoainekuormitus voi aiheuttaa sedimentoitumista ja haitata herkkiä ekosysteemejä merkittävästi, esimerkiksi pilata taimenen kutusorakkoja tai aiheuttaa suoria kidusvaurioita (Turunen et al. 2019). Raide-Jokerissa (Raide-Jokeri 2020) usein käytetty menetelmä kiintoainekuormituksen vähentämiseksi on siirrettävä laskeutusallas (Kuva 4). Kiintoainetta sisältävä vesi pumpataan uppopumpulla pois kaivannosta ja johdetaan letkuilla altaaseen, jossa veden viipymää saadaan pidennettyä, niin että kiintoaines saostuu altaan pohjalle. Altaan poistopäästä vesi johdetaan esimerkiksi putkella ojaan, puroon tai muuhun soveltuvaan kohteeseen. Pääosa hankkeen vesistä pumpataan hulevesiviemäriin, luonnonvesiin tai avo-ojiin ja yleisesti käytetään yhtä tai kahta siirrettävää laskeutusallasta.



Kuva 4: Tyypillinen työmaakäyttöön soveltuva siirrettävä laskeutusallas. (Kuva: Henrik Saarnio)

Koko hankkeen alueelta on kartoitettu sulfidimaita ja hankealueella onkin tiedossa useampia kohteita, joissa sulfidisavea esiintyy. Osalla alueista työmaavesien pH on pysynyt sallituissa rajoissa ilman toimenpiteitä, mutta osassa kohteista on rakennettu kalkkikivipato (Kuva 5) veden neutraloimiseksi. Hankkeella sulfidimaiden käsittelyyn on oma ohjeensa (sulfaattipitoisen maa-aineksin työmaaohje) (LIITE 2). (Raide-Jokeri 2020)



Kuva 5: Esimerkkikuva kalkkikivipadosta. (Kuva: Pyry Savioja)

Muina menetelminä kiintoainepitoisuuksien vähentämiseksi on käytetty mm. virtaaman hidastamista avo-ojassa ennen ympäristöön ohjaamista. Hankkeeseen kuulu myös tunnelin louhintaa, jonka yhteydessä pois pumpattavan veden pH:ta on nostettu rikkihapolla, jotta se on saatu ohjearvojen sisään. Annosteluun on käytetty automaattista annostelijaa, joka annostelee happoa pieninä määrinä halutuin intervaleihin veden sekaan. Tarkkailemalla veden happamuutta varmistetaan, että pH on sallituissa rajoissa. (Raide-Jokeri 2020)

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Yleisimpiä kaivantojen työmaavesien aiheuttamia ongelmia kuten kiintoaineita, ravinteita ja poikkeavaa happamuutta voidaan hallita, kun valitaan paikallisiin olosuhteisiin parhaiten soveltuva menetelmä. Usein ratkaisut joudutaan suunnittelemaan tapauskohtaisesti, koska työmaiden olosuhteet ja ympäristöt, samoin kuin ongelmat ovat erilaisia. Kiintoaineiden ja ravinteiden poistamiseksi kosteikot tai muut veden virtaamaa hidastavat rakenteet ovat käytännöllisiä varsinkin silloin, kun niistä voidaan tehdä pysyviä rakenteita, joilla voidaan jatkossa pienentää hulevesien aiheuttamaa kuormitusta ympäristölle tai jos vesien käsittelylle on tarvetta pidemmäksi aikaa. Kun tällaisten pidempiaikaisten ratkaisujen käyttö ei ole mahdollista, voidaan käyttää esimerkiksi siirtolavasta rakennettua laskeutusallasta, joita voidaan tarvittaessa ketjuttaa myös peräkkäin. Suomessa esiintyy sulfidimaita, joiden hapettumisen aiheuttama vaikutus veden pH:n voidaan helposti neutralisoida esimerkiksi kalkkikivipadolla. Pilaantuneiden maiden yhteydessä ongelmaksi voi nousta raskasmetallit, joita voidaan saostaa viivytykseen perustuvissa ratkaisuissa. Öljyn poistoon voidaan käyttää esimerkiksi puomeja, jotka keräävät öljyt veden pinnalta, ennen veden johtamista muualle. Joskus vedessä voi olla haitta-aineita, joiden poistaminen ei työmaalla ole järkevää tai käytännöllistä, tällöin paras ratkaisu voi olla johtaa veden viemäriverkon kautta jätevedenpuhdistamolle, jossa vedet puhdistetaan. Työmaaveden viemäriverkkoon johtamiseen täytyy olla lupa jätevesiä käsittelevältä organisaatiolta.

Työmaiden vesienhallinta on keskeinen osa suunnittelua ja toteutusta. Hyvin suunniteltuna ja toteutettuna, voidaan ympäristölle aiheutuvat kuormitukset minimoida ja estää vahingot herkille ekosysteemeille. Useat suuremmat kaupungit ovat laatineet omia oppaita ja ohjeistuksia työmaavesien hallintaan Helsingin kaupunki (2013), Tampereen kaupunki (2019) ja Espoon kaupunki (2015). Raide-Jokerissa vesien laadunhallinnan näkökulmasta keskeinen ongelmia ovat kiintoaineet sekä sulfidimaiden käsittelyyn liittyvät ongelmat. Hankkeella on käytetty siirrettäviä laskeutusaltaita ja muita viivytykseen perustuvia yksinkertaisia menetelmiä kiintoaineiden vähentämiseksi sekä neutraloitu vesiä kalkkikivipadolla.

5. YHTEENVETO

Kaivantojen vesienhallinta on moninainen kokonaisuus, jossa voidaan törmätä ongelmiin, jotka ovat olleet jo ennakkoon tiedossa tai tulevat täytenä yllätyksenä. Tämän kandidaatintyön keskeisenä tavoitteena oli koota tietoa eri lähteistä kattavaksi kokonaisuudeksi kaivantojen vesienhallinnasta laadun suhteen. Esimerkkikohteena käytiin läpi pääkaupunkiseudulle rakennettavan Raide-Jokerin kaivantojen vesien laadunhallintakeinoja.

Osa vesienkäsittelymenetelmistä on jo hyvin vakiintuneita ja niitä voidaan pitää alalla yleisenä tietona, jolloin niistä voikin olla hankalaa löytää kirjallista tietoa. Kirjallisuuden perusteella kiintoaineet ja ravinteet ovat yksi keskeisistä ongelmista, joihin löytyy vanhoja sekä uusia ratkaisuja. Yhteistä monille käytännön ratkaisuille on se, että ne perustuvat veden virtaaman hidastamiseen, jolloin vettä raskaammat ainekset saostuvat pohjalle. Esimerkiksi Raide-Jokeri hankkeella kiintoainekuorman vähentämiseksi on käytetty siirrettäviä, vaihtolavasta rakennettuja laskeutusaltaita. Muita usein käytettyjä menetelmiä ovat erilaiset kosteikot ja suotopadot. Aina, kun suunnitellaan ratkaisuja kaivantojen vesien laadussa esiintyviin ongelmiin, tulee suunnittelussa tunnistaa alueen erityispiirteet ja sille tyypilliset olosuhteet. Vesien hallinnan menetelmät ovat usein luonteeltaan muokkautuvia, eli niitä voidaan räätälöidä kunkin tapauksen tarpeita vastaavaksi. Keskeistä on kuitenkin ottaa vesienhallinta osaksi kokonaisuutta jo suunnitteluvaiheessa, jotta vältytään yllätyksiltä rakentamisen aikana.

LÄHDELUETTELO

Duggan K.L., Morris M., Bhatia S.K., Khachan M.M. & Lewis K.E., 2019, Effects of Cationic Polyacrylamide and Cationic Starch on Aquatic Life, Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste, vol. 23, no. 4.

Espoon kaupunki, 2015. Työmaavesiopas [verkkodokumentti]. Espoo: Espoon kaupunki. Saatavissa: <https://www.espoo.fi/download/noname/%7BC0328F9D-D73F-441E-B7A9-9E999E750468%7D/84899> [Viitattu 12.12.2019]

Helsingin kaupunki, 2013. Työmaavesiohje [verkkodokumentti]. Helsinki: Helsingin kaupunki. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/ymk/esitteet/tyomaavesi.pdf> [Viitattu 12.12.2019]

Helsingin seudun ympäristöpalvelut, 2018. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymän HSY:n työmaavesiohje. [verkkodokumentti] Helsinki: Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/yhteisollejayritykselle/vesihuolto/Documents/tyomaavesiohje.pdf> [Viitattu 24.3.2020]

Joensuu S., Kauppila M., Lindén M. & Tenhola T., 2012. Hyvän metsänhoidonsuositukset - Vesiensuojelu. Helsinki: Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio [verkkodokumentti]. Saatavissa: http://www.metsanhoitosuositukset.fi/wp-content/uploads/2016/08/Metsanhoidon_suositukset_vesiensuojeluun_Tapio_2012.pdf [Viitattu 30.1.2020]

Kang J. & McLaughlin R.A. 2016. Simple systems for treating pumped, turbid water with flocculants and a geotextile dewatering bag. Journal of Environmental Management. vol. 182 S. 208-213

LVM, 2015. Kansallinen liite SFS-EN 1997-1 geotekninen suunnittelu [verkkodokumentti]. Liikenne- ja viestintäministeriö. Saatavissa: <https://www.eurocodes.fi/wp-content/uploads/1997/1997-1/NA-SFS-EN1997-1-LVM.pdf> [Viitattu 20.12.2019]

Maankäyttö- ja rakennuslaki. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

McLaughlin R.A. & Zimmerman A. 2009. Best Management Practices for Chemical Treatment Systems for Construction Stormwater and Dewatering [verkkodokumentti]. Vancouver: North Carolina State University. Saatavissa: https://rosap.nrl.bts.gov/view/dot/41096/dot_41096_DS1.pdf [Viitattu 2.1.2020]

Raide-Jokeri, 2020. Raide-Jokeri- parempaa palvelua poikittaiseen joukkoliikenteeseen, Mikä on Raide-Jokeri. [verkkodokumentti]. Helsinki: Raide-Jokeri Allianssi. Saatavissa: <https://raidejokeri.info/mika-raide-jokeri/> [Viitattu 2.1.2020]

Rakennustietosäätiö, 2018. InfraRYL: infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet. Helsinki: Rakennustieto Oy. ISBN 978-952-267-222-3

RIL, 2014. Kaivanto-ohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto. ISBN 978-951-758-572-9

Suomen kuntaliitto, 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen kuntaliitto[verkkodokumentti]. Saatavilla: http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714

Tampereen kaupunki, 2019. Tampereen kaupungin työmaavesiohje [verkkodokumentti]. Tampere: Tampereen kaupunki. Saatavissa: https://www.tampere.fi/tiedostot/t/Jrg9sY6H5/Tampereen_kaupungin_tyomaavesiohje.pdf [Viitattu 20.12.2019]

Turunen J., Marttila H., Kämäri M., Saari M., Heikkinen k., Postila H., Koljonen S., 2019. Kiintoaineen eroosio ja sedimentaatio virtavesissä – luonnollisesta prosessista virtavesien ongelmaksi. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. ISBN: 978-952-11-5096-8

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 2012. Kalkkikivialkalointi – opas veden syövyttävyyden vähentämiseksi. Helsinki: Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. ISBN: 952-5000-35-4

Ympäristöministeriö, 2014. ympäristönsuojelulaki 527/2014 [verkkodokumentti].
Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa:
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527> [Viitattu 20.1.2020]

KOHDEKOHTAINEN TYÖMAAVESIEN HALLINTASUUNNITELMA

1 JOHDANTO

Työmaaveden käsittelyssä noudatetaan kaupunkien työmaavesiohjeita; Espoon kaupungin työmaavesiohje: <http://www.espoo.fi/download/noname/%7BA52F3656-63DF-4A62-AB03-ACFDDF8C4D52%7D/65952> ja Helsingin kaupungin työmaavesiohje: <https://www.hel.fi/static/ymk/esitteet/tyomaavesi.pdf>.

Lähtökohta on, että ympäristölle tai viemäriverkoston toiminnalle haitallisia vesiä ei saa johtaa vesistöön, hulevesi-, jätevesiviemäriin tai avo-ojaan ilman esikäsittelyä, jolla haitta-aineet tai kiintoaine saadaan poistettua tai riittävästi vähennettyä. Vesistöön johdettavan työmaaveden laadun tulee vastata tai olla puhtaampaa kuin purkuvesistön laatu. Maahan imeyttämisen edellytyksenä on, ettei siitä aiheudu maaperän tai pohjaveden pilaantumisen vaaraa. Raide-Jokerin työmailla noudatetaan ohje-arvoja:

- kiintoaine <300 mg/l
- pH-arvo 6-9
- lämpötila <25 °C
- Öljyt <5 mg/l eikä näkyvää öljykalvoa

2 KOHDETIEDOT

Tuotantolohko: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Katuosoite, missä työmaavesiä käsitellään: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Työlaji: Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Kohde sijaitsee pohjavesialueella ☐ ei ☐ kyllä Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Onko kohteen lähellä joitakin herkkiä kohteita?

1. puroja ☐ ei ☐ kyllä, Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
2. Natura-alueita tai muita arvokkaita luontotyyppejä ☐ ei ☐ kyllä Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
3. Jotain muuta, mitä Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Onko alueella todettu pilaantuneita maita ☐ ei ☐ kyllä Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Onko alueella todettu kynnysarvon ylittäviä maita ☐ ei ☐ kyllä Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

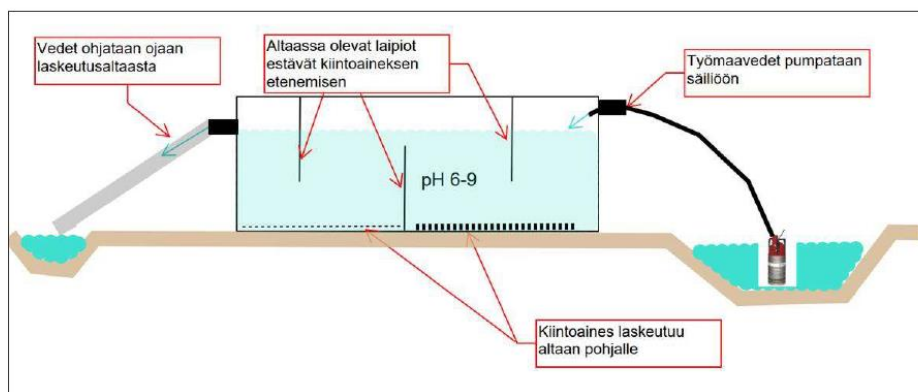
Onko alueella todettu sulfaattimaita ☐ ei ☐ kyllä Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

LIITE 1(3)



[pp.kk.vvvv]

3 (3)



Kuva 2. Työmaavesien käsittely, periaatekuva.

6 TYÖMAAVEDEN SEURANTA

- ☐ pH-mittaus Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
- ☐ aistinvarainen tarkastelu Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
- ☐ kiintoainenyhteenotto Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
- ☐ haitta-ainenyhteenotto Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
- ☐ vesimäärän mittaus Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

LIITE 2(1)

SULFAATTIPITOISEN MAA-AINEKSEN TYÖMAAOHJE

Työmaan tunnistetiedot (työmaan osoite, vastaava työnjohtaja):

Kohteen ympäristöasiantuntijan yhteystiedot:

Juha Kallio p. +358 406 630 271 tai Oona Niiranen p. +358 408 384 582

Sulfaattimaan perehdytys pidetty ympäristöasiantuntijan toimesta /pvm /allekirj. [] (rasti ruutuun)

Maankaivutöitä ei saa aloittaa ennen allekirjoitettua työmaaohjetta, ohje pidetään näkyvillä työmaatiloissa.

Sulfaattimaita ei pidetä lähtökohtaisesti pilaantuneena maa-aineksena. Pilaantuneiden maiden havainnointi ja käsittely erillisen ohjeistuksen mukaisesti.

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan luontaisesti esiintyviä rikkipitoisia sedimenttejä, joista vapautuu ilman vaikutuksen eli hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta MAAPERÄÄN JA VESISTÖIHIN.

Happamat sulfaattimaat ovat usein maalajiltaan savea. Esim. pääkaupunkiseudulla on useita sulfaattisavikohteita. Sulfaattimaita tavataan tyypillisesti melko lähellä maanpintaa, mutta niitä voidaan tavata useiden metrien syvyydelle asti.

Happamat sulfaattimaat aiheuttavat happamia vesistöjä tyypillisesti viiveellä. Mikäli hapan sulfaattimaa pääsee kuivumaan ja hapettumaan, muodostuu maa-aineksessa rikkihappoa. Rikkihappo voi lähteä liikkeelle kaivamisen jälkeen tapahtuvien runsaiden sateiden tai esim. lumien sulamisvesien mukana, jolloin se aiheuttaa ympäristössä happamuuden lisääntymistä.

Happamat sulfaattimaat voivat aiheuttaa haitallisia ympäristövaikutuksia erityisesti pienvesistöissä, kuten puroissa. Näitä voivat olla mm. pohjaeliöstön, simpukoiden ja kalojen kuoleminen.

Hankealueella on tehty tutkimuksia laaja-alaisen sulfaattimaa-alueiden selvittämiseksi. Työmaakohtaiset tulokset esitetään erikseen.

TUNNISTAMINEN KENTÄLLÄ

Rakennuskohteen alueella on (/ei ole) tehty alustava sulfaattimaakartoitus. Alustavista tutkimustuloksista riippumatta seuraavissa tilanteissa ilmoitetaan kohteeseen valitulle ympäristöasiantuntijalle ja otetaan tarvittaessa maanäyte/-näytteitä sulfaattimaatutkimuksia varten:

- kaivettavassa savessa todetaan mustia raitoja, hajua tai selkeä värin muutos
- näytteistä analysoidaan pH ja kokonaisrikki, lisäksi analyysivalikoimaa täydennetään tarvittaessa

LIITE 2(2)

Liitteessä 1 on esitetty esimerkkikuvia sulfidisavesta.

RAKENTAMISEN AIKAINEN HUOMIOINTI:

Mikäli työalueella on tiedossa olevia sulfaattimaita, tulee asia ottaa huomioon erityisesti kaivanto- ja kuivatusvesien käsittelyssä ja kaivettujen maa-ainesten läjityksessä.

Kaivanto- ja kuivatusvedet

Kaivannoista poisjohdettavien vesien ja muiden kuivatusvesien pH-arvon tulee olla välillä 6-9. Veden pH-arvoa on mitattava säännöllisesti esim. kenttämittauksin. Mikäli pH laskee alle 6 tulee vettä käsitellä siten, että pH nousee tasolle 6-9 (esim. kalkitus, suodatus kalkkirouhepadon läpi tms.).

Etukäteen tunnistetuissa riskikohteissa työmaavesien happamuuden säätö on suositeltavaa suunnitella etukäteen. Hapan valunta voi muodostua hyvin nopeasti, mikäli sadevedet pääsevät huuhtelemaan hapettunutta maa-ainesta.

Pidemmäksi ajaksi avoimeksi jätettäviin kaivantoihin kertyvän veden laatua ei ole tarvetta seurata säännöllisesti, mikäli kaivantoa ei pidetä kuivana esim. pumppaamalla. Veden pH on mitattava ennen kaivantojen kuivattamista ja tarvittaessa säädettävä tasolle 6-9.

Kaivetut maa-ainekset

Kaivettua hapanta sulfaattimaata ei tule säilyttää ulkoilmassa pidempiaikaisesti. Kaivetut happamat sulfaattimaat toimitetaan ensisijaisesti maa-ainesten vastaanottopaikkaan saman työvuoron aikana. Maa-ainesten vastaanottopaikalla on oltava lupa ottaa vastaan happamia sulfaattimaita.

Mikäli happamia sulfaattimaita joudutaan varastoimaan työmaalla yli yhden työvuoron ajan, on ne peitettävä. Peittämällä vähennetään maa-aineksen hapettumista ja sitä, että mahdollinen sadevesi ei pääse huuhtomaan hapettunutta pintakerrosta.

Happamat sulfaattimaat voidaan läjittää saman työvuoron aikana takaisin samaan kaivantoon, josta ne on poistettu.

SULFAATTIPITOISTEN MASSOJEN LOPPUSIJOITUS/ KÄSITTELY VARMISTETAAN KOHTEESEEN NIMETYLLÄ YMPÄRISTÖASIAINTUNTIJALLA. ILMOITA LÖYDÖSTÄ / EPÄILYSTÄ HETI TYÖNJOHDOLLE.

OHJEET KAIVUTYÖN SUORITTAJALLE:

- aistinvaraiset havainnot kaivaessa; näkö- ja hajuhavainnot
- epäiltyjen sulfaattipitoisten maiden peittäminen työmaalla (suojapeite tai tiivis maa-aines)
- kaivettujen maa-ainesten kaivantoon palauttaminen; peittäminen vähintään 0,2 m maakerroksella. HUOM! peittokerrokseen heikosti vettä läpäisevä maa-aines, kuten savi, siltti, hienoainesmoreeni

LIITE 2(3)

- mikäli kaivettuja massoja palautetaan kaivantoon, säilytetään kerrosjärjestys palauttamalla maat kaivantoon maalajeittain
- SULFAATTIMAITA VOIDAAN VÄLIAIKAISESTI VARASTOIDA TYÖMAALLA YHTÄJAKSOISESTI VIIKON (1VK)